

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Getaran**

##### **2.1.1 Pengertian Getaran**

Menurut Per. 13/MEN/X/2011 getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak balik dari kedudukan. Getaran terjadi menyebar pada lingkungan kerja dan disalurkan pada tubuh tenaga kerja atau benda di tempat kerja atau lingkungan kerja pada seluruh tubuh dalam bentuk getaran mekanis yang berasal dari mesin atau peralatan mekanis (Suma'mur, 2009).

Getaran adalah getakan bolak balik (*reciprocating*), memantul ke atas dan kebawah atau ke belakang dan kedepan. Gerakan tersebut terjadi secara teratur dari benda atau media dengan arah bolak balik dari kedudukannya. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap semua atau sebagian tubuh (ILO, 2013).

##### **2.1.2 Bentuk Getaran**

Menurut Gabriel (2013) getaran terdiri dari 2 bentuk yaitu:

###### **2.1.2.1 Vibrasi Getaran Udara**

Vibrasi udara yang ditimbulkan oleh benda yang bergetar dan dirambatkan melalui udara akan mencapai telinga. Getaran dengan frekuensi 1-20 Hz tidak akan terjadi gangguan pendengaran tetapi pada intensitas lebih dari 140 dB akan terjadi gangguan vestibular yaitu gangguan orientasi, kehilangan keseimbangan dan mual-

mual. Akan timbul nyeri telinga, nyeri dada dan bila terjadi getaran seluruh tubuh (Gabriel, 2013).

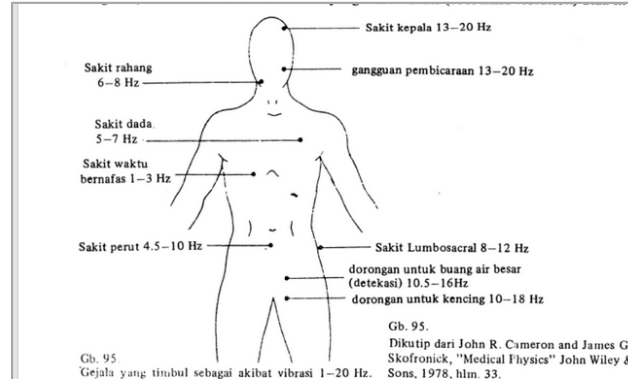
Penggetar oleh getaran udara, misalnya bunyi. Bunyi merupakan variasi tekanan udara yang merambat, sehingga variasi tekanan itu dapat menggetarkan organ kita atau setidaknya menggetarkan selaput gendang telinga kita. Adapun penggetar oleh getaran mekanis dicontohkan, adanya benda bergetar (jendela bus yang bergetar) yang menyentuh tubuh kita. Getaran karena resonansi terjadi pada benda yang didekatkan pada kencing batu pun beresonansi sehingga lama-kelamaan batu melunak dan akhirnya hancur (Murdaka, 2013).

#### 2.1.2.2 Vibrasi Getaran Mekanis

Proses industrialisasi dan modernisasi teknologi selalu disertai mesin-mesin atau alat-alat mekanis yang dijalankan oleh motor. Sebagian dari kekuatan mekanis ini disalurkan kepada tubuh pekerja atau lainnya dalam bentuk getaran mekanis seperti itu tidak di kehendaki, kecuali palu pneumatik, yang getarannya justru suatu bentuk dari pekerjaan yang dimaksudkan. Karena tidak dikehendaki, maka perlu diketahui lebih lanjut tentang efek buruk dan batas-batas getaran yang aman bagi tenaga kerja (Suma'mur, 2009).

Vibrasi karena getaran mekanis yang mengakibatkan munculnya resonansi atau turut bergetarnya alat-alat tubuh dan berpengaruh terhadap alat-alat tubuh yang sifatnya mekanis (Gabriel, 2013).

(Gabriel,2013)



Gambar 2.1

Gejala yang timbul sebagai akibat vibrasi 1-20 Hz

Peralatan yang menimbulkan getaran juga dapat memberikan efek negatif pada sistem saraf dan system musculo-skeletal dengan mengurangi kekuatan cakram dan sakit tulang belakang.

Efek getaran terhadap tubuh tergantung besar kecilnya frekuensi yang mengenai tubuh (Anizar, 2009).

3-9 Hz : akan timbul resonansi pada dada dan perut.

6-20 Hz : dengan intensitas 0,6 gram, tekanan darah, denyut jantung pemakaian O<sub>2</sub> dan volume perdenyut sedikit berubah pada intensitas 1,2 gram terlihat banyak perubahan sistem peredaran darah.

10 Hz : leher, kepala, punggung, kesatuan otot, dan tulang akan beresonansi.

13-15 Hz : tenggorokan akan mengalami resonansi.

> 20 Hz : tonus otot akan meningkat, akibat kontraksi stastis menjadi lemah, rasa tidak enak dan kurang perhatian.

### 2.1.3 Klasifikasi Getaran

Getaran mekanis dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

#### 2.1.3.1 Getaran pada Seluruh Tubuh (*Whole Body Vibration*).

Menurut Harrianto (2009), getaran seluruh tubuh biasanya dihasilkan oleh mesin industri, pertanian, konstruksi atau peralatan transportasi yang ditransmisikan pada seluruh tubuh, dapat dibagi menjadi:

1. Getaran frekuensi rendah, misalnya peralatan transportasi darat (bus, truk, dan kereta api).
2. Getaran frekuensi tinggi, misalnya mesin industri, alat-alat berat (forklif, traktor, traktor roda gigi, sikap elektrik, motor gandeng, bulldozer, peralatan transportasi udara dan laut (helikopter dan kapal laut).
3. Syok, peralatan transportasi darat yang berjalan di jalanan yang tidak rata/berlubang.

Paparan getaran yang dihasilkan oleh peralatan mekanis ini, masuk melalui kaki/tungkai pada orang yang bekerja berdiri dan melalui bokong pada orang yang bekerja duduk. Resonansi jaringan di seluruh tubuh manusia menyebabkan gangguan kesehatan. Gangguan kesehatan yang terjadi tergantung lama pejanan dan frekuensi (Hz) dan amplitudo ( $\text{m/detik}^2$ ) sumber getaran (Harrianto, 2009).

Menurut Permenaker No.PER.13/MEN/X/2011 menetapkan nilai ambang batas getaran yang kontak langsung maupun tidak langsung pada seluruh tubuh ditetapkan sebesar 0,5 meter per detik kuadrat ( $\text{m/detik}^2$ ).

Getaran seluruh tubuh dapat menyebabkan kelelahan, insomnia, perut bermasalah, sakit kepala, dan bergoyang segera setelah atau selama terpapar. Beberapa studi terhadap pengemudi bus dan truk menemukan bahwa paparan

vibrasi seluruh tubuh berkontribusi pada akibat terhadap sirkulasi darah, usus, pencernaan, kelainan muscular, dan tulang belakang. Getaran seluruh tubuh dapat menaikkan denyut jantung, kebutuhan oksigen, kecepatan pernapasan, dan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan urin dan darah (Soedirman, 2009).

Menurut Soedirman (2009) upaya-upaya pengendalian efek *whole body vibration* adalah sebagai berikut:

1. Mempertimbangkan pemilihan tempat duduk termasuk suspensi tempat duduk dan pemilihan ban.
2. Meyakinkan bahwa penjadwalan kerja mempunyai periode istirahat, untuk memberi kesempatan kepada otot-otot yang lelah menjadi pulih lagi sebelum mengenai beban yang berat lagi.
3. Mereduksi pemaparan agar di bawah limit pemaparan.
4. Membatasi durasi pemaparan.
5. Pemeliharaan reguler kendaraan termasuk tempat duduk dengan suspensi dan perawatan jalan, serta kondisi lapangann di seluruh lokasi untuk mencocokkan mesin, akan banyak mereduksi syok dan goyangan.

#### 2.1.3.2 Getaran Pada Tangan-lengan (*Hand-Arm Vibration*)

Menurut Harrianto (2009) *Hand-Arm vibration* adalah paparan getaran yang dihasilkan oleh peralatan mekanis yang ditransmisikan terlokasir pada satu segmen tubuh. *HAV* biasanya pada lengan dan tangan yang melakukan kontak langsung dengan peralatan bergetar.

Getaran tidak berpengaruh pada tangan tetapi dalam jangka waktu yang cukup lama akan menimbulkan kelainan pada tangan berupa kelainan pada peredaran darah

dan persarafan HAV. Kerusakan pada persendian tulang, *Phenomena Raynaud* (terjadi pada frekuensi 30-40) (Gabriel, 2013).

#### 2.1.4 Efek Getaran Seluruh Tubuh

Getaran yang menggetarkan organ tubuh manusia dapat bersifat merugikan dan menguntungkan, hal itu terjadi karena sensitivitas orang satu dengan orang yang lain berbeda. Contoh getaran yang merugikan misalnya getaran pada dagu yang berimbas pada tergetarnya otak kecil sehingga keseimbangan orang tersebut dapat terganggu. Sebaiknya getaran dapat memberikan efek yang menguntungkan, misalnya ketika otot kita yang sedang lelah dan digetarkan makan otot menjadi segar kembali. Namun ada getaran yang mempunyai sifat yang tidak menguntungkan ataupun merugikan, misalnya ketika seseorang tidak terganggu walau ada getaran pada daerah frekuensi pendengaran, asalkan intensitasnya kecil (kurang dari 140 dB) (Murdaka, 2013).

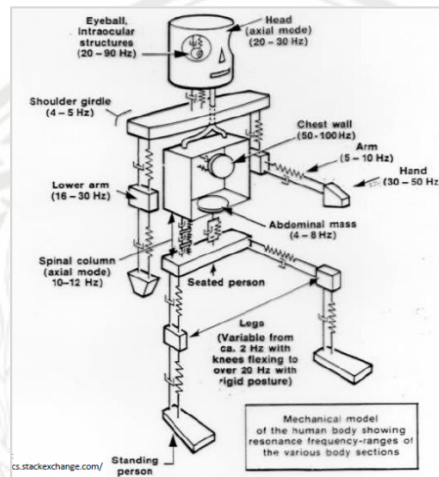
Suatu getaran dengan frekuensi dan amplitudo yang sama bisa menimbulkan efek getaran yang berbeda antara orang satu dengan lainnya. Efek pada orang satu dengan orang yang lain berbeda karena masing-masing orang mempunyai atau menggunakan peredam yang berbeda. Perbedaan peredam itu bisa berupa perbedaan tebal kaki, jenis sepatu, dan juga tebal alas kursi yang berkombinasi dengan tebal celananya. Selain itu nilai redaman saat berdiri berbeda dengan saat duduk, sebab sistem telapak kaki-pinggul, pinggul-perut, perut-bahu dan bahu-kepala memberikan efek peredaman (Murdaka, 2013).

Getaran yang dihasilkan oleh peralatan kerja dapat menyebabkan resonansi pada organ dan jaringan tubuh diperlihatkan pada Gambar 2.2. Akibat yang



ditimbulkan oleh getaran mekanis terhadap pekerja, juga dipengaruhi oleh efek mekanis getaran terhadap jaringan tubuh dan rangsangan getaran terhadap reseptor saraf dalam jaringan tubuh. Pada efek mekanis, sel-sel jaringan tubuh mungkin rusak atau metabolismenya terganggu. Sedangkan pada rangsangan reseptor, gangguan dapat terjadi melalui saraf sentral atau pada sistem saraf otonom (Suma'mur, 2009).

( Sumber: Eger, 2014)



Gambar 2.2

Resonansi Organ Tubuh Akibat Getaran

Suma'mur (2009) membedakan tingkat efek getaran mekanis yang diterima oleh pekerja, yaitu:

a. Gangguan kenyamanan kerja

Gangguan ini lebih terbatas pada tingkat kenyamanan pekerja saat melakukan tugasnya (Suma'mur, 2009).

b. Timbulnya kelelahan

Gangguan ini merupakan efek getaran yang mengakibatkan terganggunya tugas dari pekerja karena lebih cepat merasakan kelelahan (Suma'mur, 2009).

c. Gangguan dan bahaya terhadap kesehatan

Gangguan ini lebih mengarah kepada keluhan-keluhan kesehatan yang dirasakan oleh pekerja, baik yang bersifat sementara ataupun gangguan-gangguan akibat getaran mekanik pada seseorang dipengaruhi oleh bagaimana pemaparan terjadi, besarnya frekuensi dari getaran dan frekuensi alami jaringan tubuh. Getaran mekanis dengan frekuensi yang lebih tinggi mempengaruhi bagian tubuh dengan frekuensi alami yang tinggi pula. Getaran mekanis yang kuat atau getaran mekanis dengan simpangan yang besar dapat mengakibatkan rasa sakit yang luar biasa pada bagian tubuh tertentu (Suma'mur, 2009).

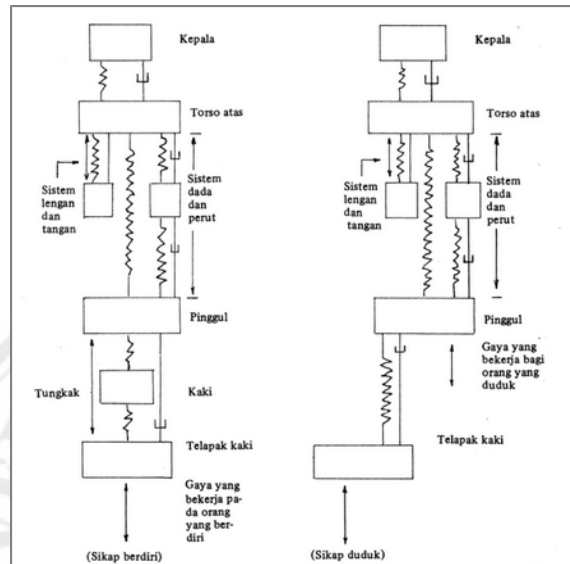
Getaran mekanik juga berpengaruh terhadap sistem saraf dan kelenjar endokrin. Pengaruh ini dapat terlihat pada tenaga kerja di sektor industri. Sistem saraf otonom merupakan sistem saraf yang sering dipengaruhi oleh getaran mekanik. Apabila pengaruh ini terjadi, maka diperlukan perhatian dan upaya preventif yang sesegera mungkin (Suma'mur, 2009).

Menurut Gabriel J.F (2013), badan merupakan susunan elastis yang kompleks dengan tulang sebagai penyokong alat-alat dan landasan kekuatan serta kerja otot. Kerangka, alat-alat, urat, dan otot memiliki sifat elastis yang bekerja secara serentak sebagai peredam dan penghantar getaran. Pengaruh getaran terhadap tubuh ditentukan



sekali oleh posisi tubuh atau sikap tubuh. Seluruh tubuh dalam sifatnya terhadap getaran mekanis digambarkan pada gambar 2.3

(Sumber : Gabriel, 2013)



Gambar 2.3

### Sikap Tubuh Terhadap Getaran Mekanis

Pada tungkai yang lurus akan menghantar 100% getaran ke dalam badan, sedangkan dalam posisi duduk tungkai akan sebagai peredam. Dalam keadaan duduk, seluruh tubuh dapat dianggap satu kesatuan masa terhadap getaran. Pada posisi tubuh yang berbeda dengan dengan arah getaran, penghantaran getaran mungkin berbeda-beda. Isi perut pada segala sikap tubuh dapat dianggap sebagai suatu kesatuan terhadap getaran sampai dengan 9 Hz, tetapi dengan frekuensi yang lebih besar alat-alat yang ada kemudian mengikuti getaran secara sendiri-sendiri (Suma'mur, 2009).

#### 2.1.5 Faktor Yang Mempengaruhi Efek Getaran

Menurut Soedirman (2014), tiga faktor penting yang mempengaruhi efek getaran terhadap kesehatan seseorang dijelaskan berikut ini.

a. Nilai ambang vibrasi

Tingkat pemaparan vibrasi yang tidak mengakibatkan efek buruk pada kesehatan yang berarti dibawah nilai tingkat tertentu tidak ada risiko *syndrom vibrasi* yang hampir semua tenaga kerja sehat terpapar setiap hari kerja selama waktu kerjanya tanpa akibat negatif, tenaga kerja tidak akan mengalami luka atau penyakit bila terpapar vibrasi pada tingkat tersebut.

b. Hubungan dosis-respons (*dose-response relationship*)

Seberapa besar tingkat pemaparan getaran berhubungan dengan efek keparahan penyakit yang ditimbulkan, yang berarti apabila tingkat dan durasi pemaparan vibrasi menurun akan menyebabkan akibat lebih ringan, di mana hal tersebut menunjukkan hubungan antara besarnya energi tingkat vibrasi dengan efek terhadap kesehatan.

c. Periode laten

Periode laten yaitu lama waktu yang dimulai sejak pertama terpapar sampai munculnya gejala, yang tergantung dari tingkat dan intensitas pemaparan. Semakin tinggi tingkat pemaparan semakin pendek periode latennya.

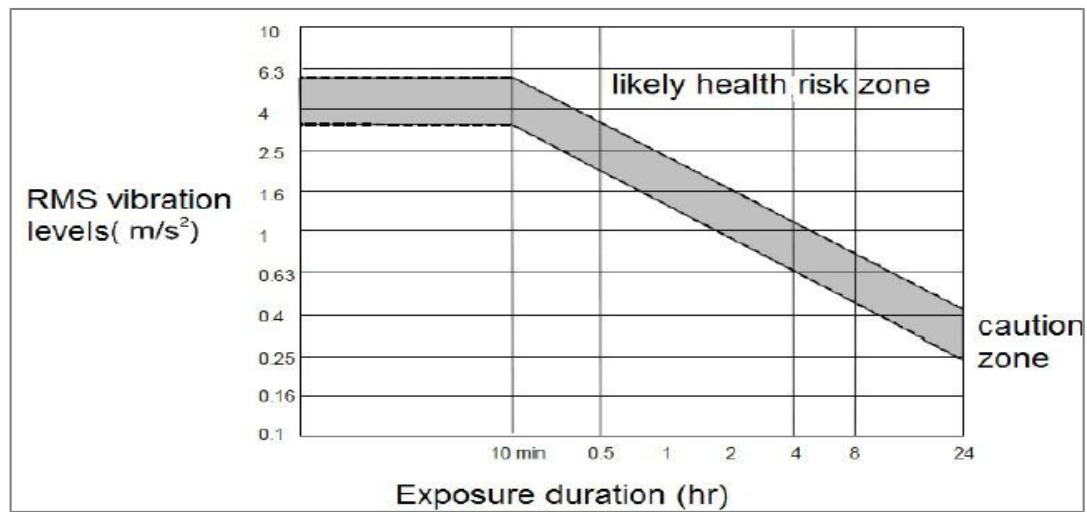
Sementara itu menurut Harrianto (2009) gangguan kesehatan yang terjadi akibat paparan getaran pada tubuh tergantung lama pejanan dan frekuensi (Hz) dan amplitudo (m/detik<sup>2</sup>) sumber getaran.

## 2.1.6 NAB (Nilai Ambang Batas) Getaran

### 2.1.6.1 NAB Getaran Seluruh Tubuh

Untuk menanggulangi masalah gangguan akibat getaran, Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi (2011) mengeluarkan peraturan tentang nilai ambang batas (NAB) faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja. Peraturan tersebut menyatakan bahwa NAB getaran alat kerja yang kontak langsung maupun tidak langsung pada lengan dan tangan tenaga kerja ditetapkan sebesar 4 meter per detik kuadrat ( $\text{m/det}^2$ ). Sedangkan untuk NAB getaran yang kontak langsung maupun tidak langsung pada seluruh tubuh ditetapkan sebesar 0,5 meter per detik kuadrat ( $\text{m/det}^2$ ). Standar atau nilai ambang batas tingkat getaran seluruh tubuh atau *whole body vibration* yang berlaku di tingkat internasional mengacu pada ISO 2361 tentang getaran untuk kesehatan pekerja dan kenyamanan. Standar ini menggunakan '*coution zone*' untuk mengkasifikasikan letak pemaparan getaram antara penetapan batasan tergantung pada lamanya pemaparan. Diatas pemaparan *coution zone* ini dianggap sebagai '*liky to cause injury*' standart ini memberikan panduan terhadap kenyamanan dan gerakakan kesakitan.

Zona panduan kesehatan dan reaksi kenyamanan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4 dan gambar 2.5, dan tabel 2.1.



(Sumber: Sayed et all, 2012)

Gambar 2.4

Zona kesehatan, ISO 2631-1,1997

ISO 2631-1 Assessment of Adverse Health Effects	Terminology used to describe the Predicted Health Risks	ISO 2631-1	
		A(8) (m/s <sup>2</sup> r.m.s.)	VDV <sub>total</sub> (m/s <sup>1.75</sup> )
<i>"For exposures below the zone (HGCZ), health effects have not been clearly documented and/or objectively observed"</i>	<b>LOW</b>	< 0.45	< 8.5
<i>"..in the zone (HGCZ), caution with respect to potential health risks is indicated"</i>	<b>MODERATE</b>	0.45 - 0.90	8.5 - 17
<i>"..above the zone (HGCZ) health risks are likely"</i>	<b>HIGH</b>	> 0.9	> 17

(Sumber: Eger, 2014)

Gambar 2.5

Penentuan Risiko Kesehatan Berdasarkan ISO 2631-1

Tabel 2.1 Reaksi kenyamanan ISO 2631-1

No.	Getaran	Keterangan
1	$>0,315 \text{ m/s}^2$	Tidak ada keluhan.
2	$0,315 - 0,63 \text{ m/s}^2$	Sedikit tidak nyaman.
3	$0,5- 1 \text{ m/s}^2$	Agak tidak nyaman.
4	$0,8 -1,6 \text{ m/s}^2$	Tidak nyaman.
5	$1,25- 2,5 \text{ m/s}^2$	Sangat tidak nyaman.
6	$> 2\text{m/s}^2$	Amat sangat tidak nyaman.

( Sumber : ISO 2631)

Kriteria nilai ambang batas.

1. Nilai ambang batas nyaman, digunakan untuk menjamin rasa nyaman penumpang di layanan transportasi publik (kereta api, bus ,dan lain-lain).
2. Nilai ambang batas rasa lelah, digunakan untuk menjamin terpeliharanya efisiensi kerja operator, misalnya: tetap dapat menggerakkan tuas pengendali.
3. Nilai ambang batas pejalan, digunakan untuk menjamin kesehatan dan keselamatan pekerja, terhindar dari gangguan kesehatan yang dikarenakan pejalan getaran, seperti cedera pada organ dalam, nyeri punggung, dan lain-lain.

Standar kelelahan sumbu z ditunjukkan gambar dibawah ini:

Sumber: ISO 2631-1

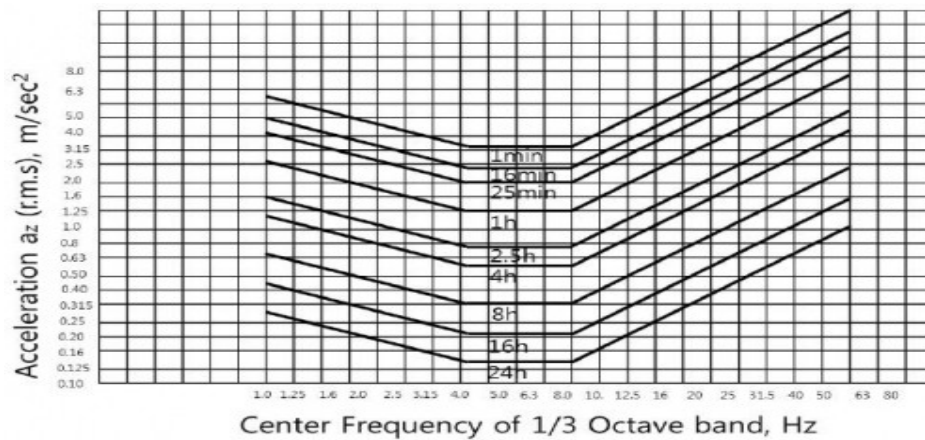
Gambar 2.6

Frekuensi	Akselerasi, m/s <sup>2</sup>								
	Lama Paparan								
	24 h	16 h	8 h	4h	2,5 h	1h	25 min	16 min	1 min
1.0	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.56	4.25	5.00
1.25	0.250	0.338	0.56	0.96	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00
1.6	0.224	0.302	0.50	0.65	1.12	1.90	2.80	3.36	4.50
2.0	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00
2.5	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.56
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.36	3.15
4.0	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
5.0	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
6.3	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
8.3	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
10.0	0.180	0.239	0.40	0.67	1.00	1.50	2.24	2.65	3.55
12.5	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	2.00	2.80	3.36	4.50
16.0	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
20.0	0.365	0.447	0.60	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10
25.0	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00
31.5	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2
40.0	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.0
50.0	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0
63.0	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4
80.0	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0

Nilai numerik untuk akselerasi *vibrasi* untuk arah sumbu Z

Tingkat getaran yang diukur (*root mean square value*, r.m.s) adalah perbandingan yang dibuat terhadap kriteria kurva yang ditunjukkan pada gambar 2.7 Standard yang digunakan digambarkan sebagai spectrum frekuensi 1/3 oktaf tetapi juga dapat melewati keseluruhan tingkatan r.m.s menjadi yang digunakan sebagai alternatif. Sebagai rata-rata peningkatan getaran untuk waktu pemaparan harus dikurangi metode penilaian yang digunakan pada standard ini dapat mengabaikan risiko terhadap getaran.





Sumber: ISO 2631

Gambar 2.7

Kurva kriteria pengukuran tingkat getaran

Tabel 2.2 Exposure Action Value Exposure Limit Value.

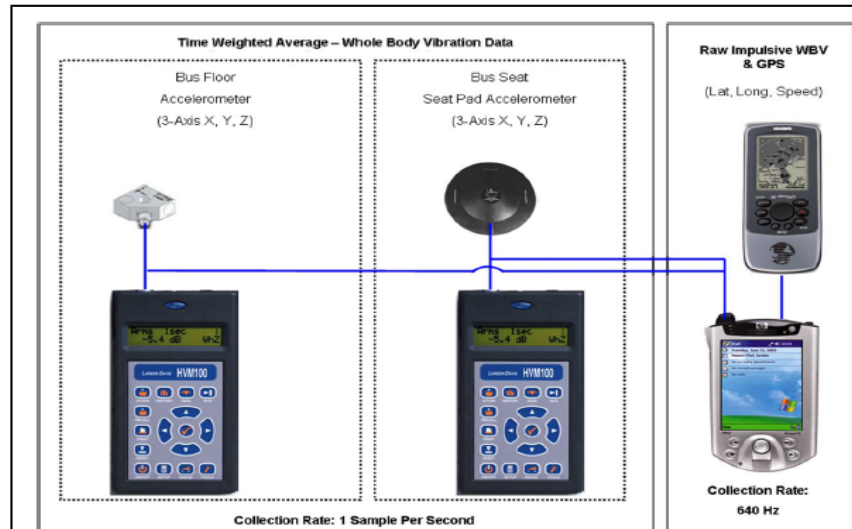
Jenis getaran	Exposure Action Value	Exposure Limit Value
Hand-arm vibration	2,5 $m/s^2$	5 $m/s^2$
Whole-body vibration	0,5 $m/s^2$ atau 9,1 m/s 1,75 VDV	1,15 $m/s^2$ atau 21 m/s 1,75 VDV

(Sumber: European Union Physical Agent (Vibration) Directive (2002) ,(HSE, 2005)

#### 2.1.7 Alat Ukur Getaran

Pengukuran getaran seluruh tubuh pada sopir bus diukur dengan menggunakan alat *vibration mater* yang diletakkan secara kontak langsung pada benda yang di ukur yaitu pada permukaan tempat duduk sopir (Bovenzi, 2008).

Getaran seluruh tubuh ditransmisikan pada 3 axis orthogonal yaitu  $ax$  (punggung ke dada),  $ay$  (kanan ke kir), dan  $az$  (kepala ke bokong) (gambar 2.9).

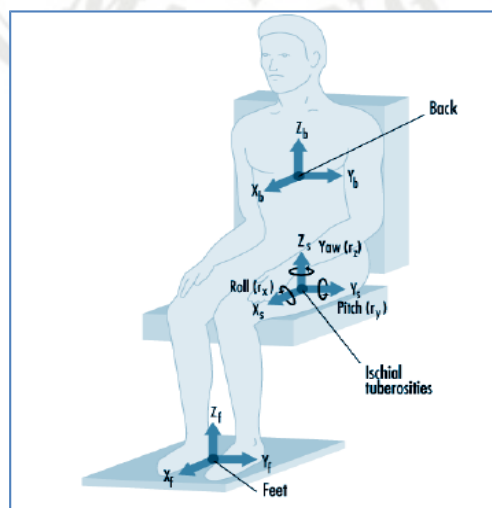


(Sumber : Blood, 2014)

Gambar 2.8

Alat ukur getaran seluruh tubuh

(Sumber: Eger, 2014)



Gambar 2.9

Arah getaran sumbu x, y, z pada posisi duduk

#### 2.1.8 Faktor yang Mempengaruhi Besaran Akselerasi Getaran.

Menurut Harrianto (2009), faktor yang mempengaruhi besaran akselerasi getaran yang ditimbulkan peralatan atau mesin mekanis di lingkungan kerja adalah sebagai berikut:

1. Baik/buruknya pemeliharaan mesin/peralatan
2. Duduk dengan sikap janggal yang berkepanjangan.
3. Licin atau tidak rata jalanan yang digunakan
4. Baik/ buruknya desain ergonomik ruang tempat duduk, dudukan pedal, kemudi.
5. Pengarahan tenaga atau pergerakan berulang yang berlebihan untuk jangka waktu yang lama.
6. Mengemudi kendaraan dengan cara mundur, menengok ke samping, sehingga batang badan harus senantiasa berputar.

#### 2.1.9 Faktor yang Mempengaruhi Getaran Bus

##### a. Permukaan jalan dan Kecepatan

Getaran yang diterima kendaraan dipengaruhi juga oleh kendaraan rapat gelombang permukaan jalan. Permukaan jalan yang tidak rata dapat memperbesar amplitudo getaran untuk suatu permukaan tertentu, kendaraan dengan kecepatan tinggi pada mesinnya akan mengalami getaran dengan frekuensi yang lebih besar dibandingkan dengan kendaraan yang berkecepatan rendah (Blood, 2014).

##### b. Sistem suspensi

Sistem suspensi berfungsi untuk meredam getaran dan ayunan yang diakibatkan oleh keadaan permukaan jalan yang tidak rata agar getaran tersebut tidak

merambat ke badan mobil sehingga diperoleh kenyamanan dalam berkendara. Fungsi komponen pegas sebagai sistem suspensi adalah menyerap energi dan gaya yang diterima akibat roda kendaraan yang terkena permukaan yang tidak rata (Thamsuwan, 2013).

#### c. Muatan kendaraan

Semakin besar muatan maka suspensi getaran terutama *shockabsorber* harus bekerja lebih. Perlu diketahui, *shockabsorber* ini bekerja pada setiap ban. Ini membantu pegas (yang menjadi utama badan mobil) dalam meredam getaran. Semakin sering *shokabsorber* terkena guncangan dengan beban berlebih, daya tahannya pun akan semakin berkurang dan pemampatan (defleksi) pegas menjadi besar atau maksimal. Akibatnya getaran akan merambat ke bodi kendaraan sehingga mengurangi kenyamanan pengendara karena shockabsorber tidak dapat meredam guncangan di jalan yang tidak rata. Selain itu dengan bertambahnya muatan yang dibawa maka pegas akan menjadi semakin membusuk dan pada saat tertentu akhirnya lurus dan patah (Astraworld, 2005)

#### 2.1.10 Pencegahan atau Pengendalian Getaran

Menurut Harrianto (2009), pencegahan pejanan getaran adalah sebagai berikut:

1. Kurangi transmisi
  - a. perbaikan suspensi kendaraan.
  - b. ubah posisi tempat duduk
  - c. pemeliharaan kendaraan yang memadai
  - d. gunakan suku cadang yang tidak menimbulkan vibrasi tambahan.

- e. hindari jalan yang tidak rata/ berlubang.
  - f. tempelkan bantalan kompresi atau peralatan lain yang menimbulkan daya pegas.
2. Kurangi akselerasi vibrasi
- a. kurangi kecepatan kendaraan
  - b. kurangi jangka waktu pejanan, dengan cara mengatur tugas kerja secara berselang seling, rotasi tugas, dan penambahan waktu istirahat.
3. Modifikasi tempat duduk dan posisi dispalai/ kontrol untuk mengurangi sikap yang janggal (membungkuk, memutar batang badan), serta menyediakan sandaran punggung pada tempat duduk.
- Menurut Soedirman (2014), pengusaha harus memenuhi ketentuan tentang pengendalian vibrasi dalam kerja dan mengikuti petunjuk dalam mereduksi atau mencegah risiko nyeri pinggang akibat vibrasi seluruh tubuh. persyaratan mungkin secara relative langsung dipenuhi dan mudah diterapkan termasuk:
- a. Menghindari risiko.
  - b. Mengevaluasi risiko-risiko yang tidak dapat dihindari.
  - c. Mencegah dan mengendalikan risiko pada sumbernya.
  - d. Mengadaptasi pekerjaan pada individu, terutama yang berhubungan dengan perencanaan tempat kerja, pemilihan peralatan kerja, dan pemilihan metode kerja.
  - e. Mengadaptasi kemajuan teknik.
  - f. Mengganti kendaraan dengan tingkat vibrasi tinggi , dengan yang vibrasi rendah.

### 2.1.11 Peredam Getaran.

Suatu getaran dengan frekuensi dan amplitude yang sama bisa menimbulkan efek getaran yang berbeda antara orang satu dengan lainnya. Efek pada orang satu dengan orang yang lain berbeda karena masing-masing orang mempunyai atau menggunakan peredam yang berbeda. Perbedaan peredam itu bisa berupa perbedaan tebal kaki, jenis sepatu, dan juga tebal alas kursi yang berkombinasi dengan tebal celananya. Selain itu nilai redaman saat berdiri berbeda dengan saat duduk, sebab sistem telapak kaki-pinggul, pinggul-perut, perut-bahu, dan bahu-kepala memberikan efek peredaman (Murdaka, 2013).

Besar paparan getaran yang disalurkan ke seluruh tubuh tergantung sifat dari peredam yang dihasilkan oleh bantal duduk dan injakan kaki. Peredam ini berfungsi menurunkan kekuatan getaran atau resonansi getaran. Apabila pemasangan dari peredam getaran ini kurang baik atau suatu kendaraan yang tidak mempunyai peredam getaran biasanya terjadi resonansi yang mungkin menambah besarnya getaran mekanis. Adapun bahan material yang bersifat menambah kekuatan getaran yaitu logam dan benda padat lainnya

Menurut Gabriel (2013) bahan peredam harus jauh lebih rendah frekuensinya dari frekuensi getaran benda. Frekuensi dari bahan peredam sebaiknya sekitar 1 Hz.

## 2.1 Nyeri Punggung Bawah (*Low Back Pain*)

### 2.2.1 Anatomi Punggung.

Menurut Ricard (2006), punggung yang terbentang dari *cranium* sampai ke ujung os *coccygis* dapat disebut sebagai permukaan posterior *trunkus*. *Scapula* dan



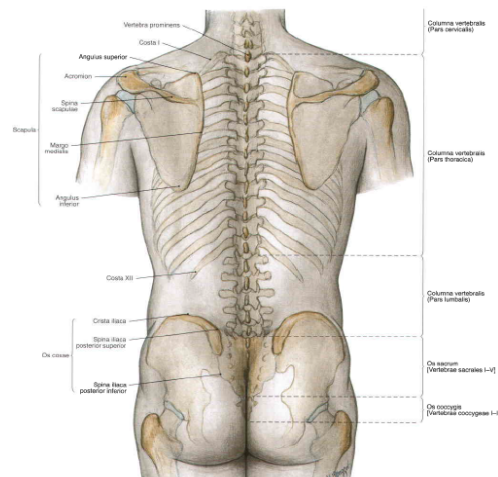
otot-otot yang menghubungkan skapula ke trunkus menutupi bagian atas permukaan posterior toraks.

#### 2.2.1.1 Columana Vertebralis

Kolumna vertebralis merupakan pilar utama tubuh, dan berfungsi menyanggah kranium, gelang bahu, ekstremitas atas, dan dinding toraks serta melalui gelang panggung meneruskan berat badan ke ekstremitas inferior. Di dalam rongganya terletak *medula spinalis*, *radix nervi spinalis*, dan lapisan penutup meningen, yang dilindungi oleh kolumna vertebralis (Ricard, 2006).

#### 2.2.1.2 Komposisi Columna Vertebra

Sobotta, 2006



Gambar 2.10

## Sistem Rangka

*Columna vertebralis* terdiri atas 33 *vertebrae*, yaitu 7 *vertebra servikalis*, 12 *vertebra torasikus*, 5 *vertebra lumbalis*, 5 *vertebra sacralis* (yang bersatu membentuk os sakrum), dan 4 *vertebra coccygis* (tiga yang di bawahnya umumnya bersatu). Struktur *columna* ini fleksibel karena kolumna ini bersegmen-segmen dan tersusun atas *vertebrae*, sendi-sendi, dan bantalan fibrocartilago yang disebut diskus intervertebralis (Ricard, 2006).

Diskus intervertebralis membentuk kira-kira seperempat panjang kolumna. Vertebra L5 mungkin bergabung dengan os sakrum; biasanya tidak lengkap dan terbatas pada satu sisi. Vertebra sakralis pertama dapat tetap terpisah atau sama sekali terpisah dari os sakrum dan dianggap sebagai vertebra lumbalis keenam (Ricard, 2006).

## 2.2.1.3 Ciri-Ciri Umum Vertebrae

(Sobotta, 2006)



Gambar 2.11

### Tulang Punggung, Columna Vertebralis

Walaupun memperlihatkan berbagai perbedaan regional, semua vertebrae mempunyai pola yang sama. *Vertebra tipikal* terdiri atas *corpus* yang bulat di anterior dan *arcus Vertebrae* di posterior. Keduanya, melingkupi sebuah ruang yang disebut *foramen vertebralis*, yang dilalui oleh *medula spinalis* dan bungkus-bungkusnya. *Arkus vertebrae* terdiri atas sepasang pedikulus yang berbentuk silinder, yang membentuk sisi-sisi *arcus*, dan sepasang lamina gepeng yang melengkapi *arcus* dari posterior. *Arcus vertebrae* mempunyai 7 processus yaitu 1 *processus spinosus*, 2 *processus transversus*, dan 4 *processus articularis*. *Proceccus spinosus* atau *spina*,

menonjol ke posterior dari pertemuan kedua lamina. *Processus transverses* menonjol ke lateral dari pertemuan lamina dan pedikulus. *Processus spinosus* dan *processus transversus* berfungsi sebagai pengungkit dan menjadi tempat melekatnya otot dan ligamentum (Ricard, 2006)

*Processus articularissuperior* terletak vertikal dan terdiri atas 2 *processus articularis superior* dan 2 *processus articularis inferior*. *Processus* ini menonjol dari pertemuan antara lamina dan *pedikulus*, dan *facies articularis*nya diliputi oleh *cartilago hyaline*. Kedua *processus articularis superior* dari sebuah arkus vertebra bersendi dengan kedua *processus articularis inferior* dari arkus yang ada di atasnya, membentuk sendi *synovial*. *Pedikulus* mempunyai lekuk pada pinggir atas dan bawahnya, membentuk *incisura vertebralis superior* dan *inferior*. Pada masing-masing sisi, *insisura vertebralis superior* sebuah vertebra dan *incisura vertebralis inferior* dari *vertebrae* di atasnya membentuk foramen *intervertebrale*. Foramina ini pada kerangka yang berartikulasi berfungsi sebagai tempat lewatnya *nervi spinales* dan pembuluh darah. *Radix anterior* dan *posterior nervus spinalis* bergabung di dalam *foramina ini*, bersama dengan pembungkusnya membentuk saraf *spinalis segmentalis*.

#### 2.2.1.4 Vertebra Lumbalis Tipikal dan Os Sacrum

Menurut Ricard (2006), sebuah vertebra lumbalis tipikal mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Corpus besar dan berbentuk ginjal
2. *Pedikulus* kuat dan mengarah ke belakang
3. Lamina tebal

4. Foramina vertebrale berbentuk segitiga
5. Processus transversus panjang dan langsing
6. Processus spinosus pendek, rata, dan berbentuk segiempat dan mengarah ke belakang
7. Facies articularis processus articularis superior menghadap ke medial dan facies articularis processus articularis inferior menghadap ke lateral.

### 2.2.2 Definisi Nyeri

Nyeri adalah pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan yang berkaitan dengan akibat kerusakan jaringan, baik actual maupun potensial atau yang digambarkan dalam bentuk kerusakan tersebut. Nyeri adalah suatu pengalaman sensorik multidimensional (Bahrudin, 2013).

Nyeri adalah suatu proses dinamik, yaitu hubungan fisiologik antara rangsangan nyeri dan keluaran sensorik respon nyeri dapat mengalami modifikasi seiring dengan waktu. Pada sebagian orang sensasi nyeri ditimbulkan oleh suatu rangsangan yang cukup kuat mencedarai (berbahaya) hal ini memiliki fungsi protektif, memicu respon terhadap stres berupa penarikan, melarikan diri, atau imobilisasi bagian tubuh (misalnya menarik jari tangan dari kompor panas). (Price, 2006).

### 2.2.3 Fisiologis Nyeri

#### 1. Transduksi



Transduksi adalah suatu proses dimana akhiran saraf aferen menerjemahkan stimulus (misalnya tusukan jarum) kedalam impuls nosiseptif. Ada 3 serabut yang terlibat dalam proses ini, yaitu serabut A-beta, A-delta, dan C. Serabut yang berespon secara maksimal terhadap stimulasi non noksius dikelompokkan sebagai serabut penghantar nyeri, atau nosiseptor. Serabut ini adalah A-delta dan C. *Silent Nociceptor*, juga terlibat dalam proses transduksi merupakan sumber saraf aferen yang tidak berespon terhadap stimulasi eksternal tanpa adanya mediator inflamasi (Bahrudin, 2013).

## 2. Transmisi

Transmisi adalah sebuah proses dimana impuls disalurkan menuju kornu *dorsalis medulla spinalis*, kemudian sepanjang traktus sensorik menuju otak. Neuron aferen primer merupakan pengirim dan penerima *dorsalis medulla spinalis*, dan mungkin juga terjadi level lainnya. Serangkaian reseptor opioid seperti mu, kappa, dan delta dapat ditemukan di kornu *dorsalis medulla spinalis*. Hasil proses inhibisi desendens ini adalah penguatan, atau bahkan penghambatan (blok) sinyal nosiseptif di kornu *dorsalis* (Bahrudin, 2013).

## 3. Modulasi

Modulasi adalah proses amplifikasi sinyal neurol terkait nyeri ( *pain related neural signals*). Proses ini terutama terjadi di kornu *dorsalis medulla spinalis* dan mungkin juga terjadi di level lainnya. Serangkaian reseptor opioid seperti kappa, dan delta dapat disending berasal dari korteks frontalis, hipotalamus, dan area otak lainnya menuju ke otak tengah (midbrain) dan medulla oblongata, selanjutnya menuju medulla spinalis. Hasil dari proses inhibisi desenden ini adalah penguatan,



atau bahkan penghambatan (blok) sinyal nosiseptif di kornu dorsalis (Bahrudin, 2013).

#### 4. Persepsi

Persepsi adalah kesadaran akan pengalaman nyeri. Persepsi merupakan hasil dari interaksi proses transduksi, transmisi, modulasi, aspek psikologis dan karakteristik individu lainnya. Reseptor nyeri adalah organ tubuh yang berfungsi untuk menerima rangsang nyeri. Organ tubuh yang berperan sebagai reseptor nyeri adalah ujung saraf bebas dalam kulit yang berespon hanya terdapat stimulasi kuat yang secara potensial merusak. Reseptor nyeri disebut juga nosiseptor. Secara anatomis, reseptor nyeri ada yang bermielin dan ada juga yang tidak bermielin dari saraf aferen (Silbernagl, 2006).

Berdasarkan letaknya, nosiseptor dapat dikelompokkan ke dalam beberapa bagian tubuh yaitu: padayaitu pada kulit( *kuteneus*), *somatic* dalam (*deep somatic*), dan pada daerah *visceral*. Karena letaknya yang berbeda-beda inilah, nyeri yang timbul juga memiliki sensasi yang berbeda. Nosiseptor *kutaneus* berasal dari kulit dan subkutan. Nyeri yang berasal dari daerah ini biasanya mudah untuk dilokalisasi dan didefinisikan. Reseptor jaringan kulit terbagi menjadi 2 komponen, yaitu:

##### a. Serabut A-delta

Merupakan serabut komponen cepat (kecepatan transmisi 6-30 m/detik) memungkinkan timbulnya nyeri tajam yang akan cepat hilang apabila penyebab nyeri dihilangkan.

##### b. Serabut C

Merupakan serabut komponen lambat (kecepatan transmisi 0,5-2 m/detik) dan terdapat pada daerah yang lebih dalam, nyeri biasanya bersifat tumpul dan sulit dilokalisasi.

#### 2.2.4 Jalur Nyeri di Sistem Saraf Pusat.

##### 1. Jalur Asenden

Serabut aferen dari organ dan permukaan kulit saling terjalin di bagian medulla spinalis, yang artinya saraf afferent berkumpul di neuron yang sama di medulla spinalis. Selanjutnya, perangsangan nosiseptor pada suatu organ akan memicu sensasi nyeri pada daerah kulit yang serabut afferentnya bersambung an pada segmen medulla spinalis yang sama. Impuls di sepanjang saraf afferent bersinap di medulla spinalis dan berjalan melalui traktus anterolateralis menuju thalamus (Bahrudin, 2013).

##### 2. Jalur Desenden

Menurut salah satu Bahrudin (2013) salah satu jalur desenden yang telah diidentifikasi adalah mencangkup 3 komponen yaitu:

- a. Bagian pertama adalah substansia grisea periaqueductus (PAG) dan substansia grisea periventrikel mesensefalon dan pons bagian atas yang mengelilingi aqueductus sylvius.
- b. Neuron-neuron bagian pertama mengirim impuls ke nucleus retikularis paragiganto selularis (PGL) di medulla oblongata lateralis.
- c. Impuls ditransmisikan di nucleus bagian kedua ke bawah menuju kolumna dorsalis medulla spinalis yang merupakan kompleks Inhibitorik nyeri yang terletak di kornu dorsalis medulla spinalis.

### 2.2.5 Definisi Nyeri Punggung Bawah ( *Low Back Pain*)

Nyeri punggung bawah atau *low back pain* (LBP) adalah kondisi yang tidak mengenakan atau nyeri kronik minimal 3 bulan disertai adanya suatu keterbatasan aktivitas yang diakibatkan nyeri apabila melakukan pergerakan atau mobilisasi. Kebanyakan nyeri punggung bawah terjadi akibat gangguan muskuloskeletal dan diperberat oleh aktivitas, sedangkan nyeri dalam keadaan lain tidak dipengaruhi aktivitas. Obesitas, stres, dan terkadang depresi juga dapat mengakibatkan LBP. Pasien dengan LBP kronik biasanya mengalami ketergantungan terhadap beberapa jenis analgesik (Helmi, 2012).

Sebagian besar episode nyeri punggung bawah akan menghilang dengan sendirinya dan tidak mengganggu aktivitas. Nyeri punggung 90% disebabkan oleh mekanis, 50 % membaik dalam seminggu setelah onset, dan kurang dari 10% nyeri persisten selama >6 bulan. Mereka yang mempunyai siklus nyeri kronis kecil kemungkinan bisa kembali berfungsi/beraktivitas seperti biasa dan menghabiskan 80% dari biaya perawatan yang tidak menyembuhkan. 10% disebabkan oleh penyakit sistemik atau peradangan (Davey, 2005).

### 2.2.6 Etiologi Nyeri Punggung Bawah

Penyebab *low back pain* tidak selalu dapat ditentukan, namun tempat munculnya rasa sakit dan lamanya rasa sakit berlangsung dapat digunakan untuk

menunjukkan penyebab nyeri. *Low back pain* disebabkan oleh berbagai sebab diantaranya adalah sebagai berikut:

#### 2.2.6.1 Trauma Dan Gangguan Mekanis

Kebanyakan nyeri punggung bawah akibat gangguan mekanis atau medis terutama terjadi di daerah lumbosakral. Nyeri dapat menjalar ke tungkai bawah atau hanya di tungkai bawah mengarah ke iritasi akar saraf. Nyeri yang menyebar ke tungkai juga dapat disebabkan peradangan sendi sakroiliaka (Helmi, 2012).

Gangguan mekanis nyeri punggung bawah menyebabkan nyeri mendadak yang timbul setelah posisi mekanis yang merugikan. Mungkin terjadi robekan otot, perenggakan fasia atau iritasi permukaan sendi. Tindakan atau gerakan yang terjadi mendadak dan berat umumnya berhubungan dengan pekerjaan dapat menyebabkan suatu nyeri punggung bawah. Harus diketahui pula gerakan-gerakan yang dapat menyebabkan bertambahnya nyeri punggung bawah, yaitu duduk, mengendarai mobil, dan nyeri biasanya berkurang bila tiduran atau berdiri (Helmi, 2012).

Nyeri punggung bawah mekanis, yaitu yang timbul tanpa kelainan struktur anatomis seperti otot atau ligament akibat trauma, deformitas, atau perubahan degeneratif pada suatu struktur misalnya diskus intervertebralis (Davey, 2006).

#### 2.2.6.2 Penyakit infeksi

Penyakit sistemik seperti spondilitis inflamasi, Infeksi, keganasan tulang dan penyakit paget pada tulang bisa menyebabkan nyeri di area lumbosakral. Infeksi

pada tulang dan sendi masing-masing terbagi menjadi dua jenis, yaitu infeksi akut (disebabkan oleh bakteri tuberkulosa ) dan infeksi kronis (Davay, 2006).

#### 2.2.6.4 Dislokasi

Nyeri punggung juga bisa disebabkan oleh bergesernya salah satu bantalan diantara tulang belakang ( dikenal sebagai “bantalan tulang yang tergeser). Teyang akan menyebabkan tekanan pada saraf panggul (Davies, 2007).

#### 2.2.6.5 Osteoarthritis

Orang yang mengalami pengeroposan tulang bisa mengalami patah tulang akibat jatuh yang ringan atau kadang kadang kala bahkan hanya karena batuk yang parah atau gerakan tiba-tiba, tulang belakang dapat tertekan dan berubah bentuk saraf pada tulang belakang bisa terjepit sehingga dapat menyebabkan timbulnya rasa nyeri punggung (Davies, 2007).

#### 2.2.6.5 Sklatika

Sklatika adalah rasa sakit yang munusuk tajam yang menjalar dari bokong ke tungkai kemudian ke kaki. Sering disertai parastesia dengan distribusi yang sama. Gejala ini timbul akibat penekanan nervus iskiadikus, biasanya akibat penonjolan diskus intevertebralis ke lateral. Hal ini mungkin terjadi karena pergeseran bantalan tulang, pembengkakan di sekitar otot yang cedera. Atau postur yang buruk (Davies, 2007).

#### 2.2.6.8 Arthritis

Arthritis adalah penyakit yang menimbulkan nyeri sendi yang biasanya disertai pembengkakan dan terkadang adanya perubahan struktur sendi. Arthritis terbanyak menyerang daerah pergelangan kaki, pergelangan tangan, namun arthritis juga bisa , menyerang punggung dan sendi panggul sehingga menyebabkan nyeri punggung kronik. Terdapat dua tipe utama arthritis yaitu osteoarthritis yang disebabkan oleh kerusakan dan robeknya sendi dan arthritis reumatoid disebabkan oleh peradangan sendi (Davies, 2007).

#### 2.2.6.9 Ankylosing Spondylitis

Awitan ankylosing spondylitis biasanya timbul perlahan-lahan dimulai dengan rasa lelah dan nyeri intermenstrual pada tulang belakang bawah dan panggul. Pada pemeriksaan fisik didapatkan seseorang yang pada dasarnya sehat tetapi memiliki riwayat sakit punggung yang persisten (Price, 2006).

Penyakit ini sangat jarang dan penyebabnya belum diketahui. Spondylitis berarti peradangan tulang belakang dan ankylosing berarti penyatuan (fusi). Penyakit ini ditandai oleh *low back pain* yang dapat menyebar ke bokong atau paha namun tidak pernah ke lutut (Davies, 2007).

#### 2.2.6.10 Fibromialgia

Suatu penyakit otot yang dapat menyebabkan nyeri seluruh tubuh, namun paling sering menyerang leher, punggung, bahu , dan panggul. Hal ini dapat terjadi akibat stress, cedera otot, atau penggunaan otot secara berlebihan.

#### 2.2.7 Faktor Risiko Nyeri Punggung



Menurut Bull (2005) *low back pain* atau nyeri punggung bawah sederhana dapat diperburuk atau dicetuskan oleh sejumlah faktor, yaitu: Postur tubuh yang buruk, kurang berolahraga, berdiri atau membungkuk dalam waktu lama duduk di kursi yang tidak memiliki sandaran punggung baik tidur pada kasur yang tidak sesuai mengemudi dalam waktu yang lama tanpa istirahat, kegemukan, hamil mengangkat, menjinjing, mendorong, atau menarik beban yang terlalu berat.

#### 2.2.7.1 Faktor individu yang menyebabkan nyeri punggung bawah

##### a. Umur

Penelitian yang dilakukan oleh Garg dalam Pratiwi (2009) menunjukkan insiden LBP tertinggi pada umur 35-55 tahun. Semakin bertambahnya umur seseorang semakin tinggi risiko orang tersebut mengalami penurunan elastisitas pada tulang yang menjadi pemicu timbulnya gejala LBP.

##### b. Jenis kelamin

Prevalensi terjadinya LBP lebih banyak pada wanita dibandingkan dengan laki-laki, beberapa penelitian menunjukkan bahwa wanita lebih sering absen atau cuti untuk tidak bekerja karena LBP. Jenis kelamin sangat mempengaruhi tingkat risiko keluhan otot rangka. Hal ini terjadi karena secara fisiologis, kemampuan otot wanita lebih rendah daripada pria.

### c. IMT

Seseorang yang *overweight* lebih berisiko 5 kali menderita LBP dibandingkan dengan orang yang memiliki berat badan ideal. Ketika berat badan bertambah, tulang belakang akan tertekan untuk menerima beban yang membebani tersebut sehingga mengakibatkan mudahnya terjadi kerusakan dan bahaya pada struktur tulang belakang. Salah satu daerah pada tulang belakang yang paling berisiko akibat efek dari obesitas adalah vertebrae lumbal (Purnamasari, 2010).

### d. Merokok

Beberapa peneliti mengungkapkan bahwa meningkatnya keluhan otot sangat erat hubungannya dengan lama dan tingkat kebiasaan merokok. Postulasi yang diajukan ialah bahwa nikotin mengurangi aliran darah ke jaringan yang *vulnerable* (Albar, 2009). Merokok dapat pula menyebabkan berkurangnya kandungan mineral pada tulang sehingga menyebabkan nyeri akibat terjadinya keretakan atau kerusakan pada tulang (Kantana, 2010).

### e. Olahraga

Menurut Tarwaka (2004) pola hidup yang tidak aktif merupakan faktor risiko terjadinya berbagai keluhan dan penyakit, termasuk di dalamnya LBP. Aktivitas fisik merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan melibatkan aktivitas otot pada periode waktu tertentu. Kurangnya aktivitas fisik dapat menurunkan suplai oksigen ke dalam otot sehingga dapat menyebabkan adanya keluhan otot.

### 2.2.8 Klasifikasi Nyeri Punggung Bawah

Menurut, berdasarkan perjalanan klinisnya NPB terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

*Low back pain* akut ditandai dengan rasa nyeri yang menyerang secara tiba-tiba dan rentang waktunya hanya sebentar, antara beberapa hari sampai beberapa minggu. Rasa nyeri dapat hilang atau sembuh. *Low back pain* akut disebabkan oleh luka traumatik seperti kecelakaan mobil atau terjatuh, rasa nyeri dapat hilang sesaat kemudian. Kejadian itu selain dapat merusak jaringan, juga dapat melukai otot, ligament, dan tendon. Pada kecelakaan yang lebih serius, fraktur tulang pada daerah lumbal dan spinal dapat masih sembuh sendiri. Sampai saat ini penatalaksanaan awal nyeri pinggang akut terfokus pada istirahat dan pemakaian analgesik (Bimariotejo, 2009).

Nyeri akut biasanya datang dengan tiba-tiba, dan bisa sangat parah hingga anda tidak mampu bergerak atau berdiri tegak selama beberapa waktu. Rasa nyeri ini biasanya berlangsung selama beberapa hari atau beberapa minggu. Masalah punggung akut bisa menjadi kronis jika tidak ditangani dengan tepat. Atau jika penyebabnya tidak diatasi (Davies, 2007).

#### 2.2.8.2 NPB Kronis

Rasa nyeri pada NPB kronis bisa menyerang lebih dari 3 bulan. Rasa nyeri ini dapat berulang-ulang atau kambuh kembali. Fase ini biasanya memiliki onset yang berbahaya dan sembuh pada waktu yang lama. NPB kronis dapat terjadi karena

*osteoarthritis, rheumatoidarthritis*, proses degenerasi *discus intervertebralis* dan tumor (Bimariotejo, 2009).

### 2.2.9 Gejala Nyeri Punggung Bawah (*Low Back Pain*)

Menurut Harrianto ( 2009), gejala nyeri punggung dibagi menjadi:

#### 2.2.9.1. Gejala subjektif

- a. Timbulnya rasa nyeri hebat, atau rasa terbakar oleh gerakan lengan dari tempat tertentu (leher, bagian atas punggung, bahu, lengan, siku, pergelangan tangan, atau tangan) yang menyebar ke satu sisi anggota badan atas atau keduanya.
- b. Parastesia yang sering diikuti *disaestasis* (rasa kesemutan, mati rasa, rasa berat, rasa tertusuk-tusuk, rasa lemah, dan rasa lelah) serta rasa dingin di bagian tertentu ekstermitas atas.
- c. Rasa nyeri tekan atau rasa kram dilokasi rasa nyeri.
- d. Terhambatnya gerakan akibat rasa nyeri regional.

#### 2.2.9.2 Gejala Objektif

- a. Rasa nyeri tekan pada palpasi dilokasi timbulnya rasa nyeri.
- b. Keterbatasan gerak *fleksi/ekstensi* sendi leher, elevasi sendi bahu.
- c. Perubahan sensibilitas (*syndrome hipoastesia, alodinia, hiperalgesia, hiperpatia*)
- d. Fenomena vasomotor rasa dingin, sianosis/kepuatan di daerah rasa nyeri.

Gejala nyeri punggung mekanis menyebabkan gejala lokal yang bisa menjalar ke tempat lain disekitar gelang panggul dan tungkai atas. Umumnya tidak menjalar ke

bawah lutut kecuali bila disertai penekan radiks saraf tambahan yang menyebabkan skistika. Pada penyakit ini gejala dan tanda yang timbul sesuai distribusi nervus iskiadicus ( Davey, 2006).

Penyempitan kanalis sentralis (prolaps diskus sentral yang besar atau penyempitan tulang) bisa menyebabkan penekan radiks kauda ekuina yang menimbulkan gejala khas berupa klaudikasio tungkai bilateral. Gejala yang disertai gangguan BAB/ BAB merupakan kedaruratan medis ( Davey, 2006).

Nyeri tungkai nocturnal (dengan atau tanpa parestesia) tipikal membuat pasien terbangun dini hari dan bisa berkurang bila berjalan-jalan. Gejala neurologis bisa dijumpai sedikit atau tidak ada sama sekali. Bila ditemukan tanda-tanda yang menunjukkan adanya penyakit sistemik/peradangan (malaise, demam, penurunan berat badan) atau penekanan kauda ekuina (paraparesis, gangguan BAK) harus selalu dilakukan pemeriksaan fisis sistematis dan pemeriksaan penunjang ( Davey, 2006).

#### 2.2.10 Nyeri Punggung dan Mengemudi

Pada era sekarang orang cenderung lebih memilih mengendarai mobil daripada harus berjalan untuk menuju suatu tempat, walaupun dapat menghemat waktu, namun dalam jangka panjang hal ini juga meningkatkan kemungkinan seseorang mengalami nyeri punggung bawah atau *low back pain* (Bull, 2005).

Beberapa orang tidak dapat menghindari untuk menghabiskan waktu lama dengan duduk. Getaran rodan yang konstan, membungkuk ke depan atau mengenggam kemudi, duduk pada posisi yang sama dan merenggangkan badan untuk menginjak kopling melihat terus menerus spion, semua itu menyebabkan ketegangan punggung (Bull, 2005)

### 2.2.11 Faktor pekerjaan yang mempengaruhi *Low Back Pain*

#### a .Getaran

Seorang pengemudi yang tiap harinya terpapar oleh getaran yang berasal dari getaran beresiko menimbulkan keluhan low back pain. Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, sehingga akan terjadi penimbunan asam laktat dan pada akhirnya akan menimbulkan rasa nyeri otot (Tarwaka, 2004).

#### b. Masa Kerja

Masa kerja adalah faktor yang berkaitan dengan lamanya seseorang bekerja di suatu tempat. Terkait dengan hal tersebut, LBP merupakan penyakit kronis yang membutuhkan waktu lama untuk berkembang dan bermanifestasi. Jadi semakin lama waktu bekerja atau semakin lama seseorang terpajan faktor risiko ini maka semakin besar pula risiko untuk mengalami LBP.

#### c. Durasi kerja

Jika pekerjaan berlangsung dalam waktu yang lama tanpa istirahat, kemampuan tubuh akan menurun dan dapat menyebabkan kesakitan pada anggota tubuh (Suma'mur, 2009).

#### d .Posisi tubuh

Sikap duduk yang keliru akibat kursi yang tidak sesuai dengan antropometri tubuh, atau karena kesalahan posisi, dapat menambah tekanan pada punggung bawah dan merupakan penyebab utama masalah *low back pain*. Semakin ergonomis sikap kerja duduk, kemungkinan gangguan yang akan dialami organ viseral dan tulang



punggungsempit semakin kecil sehingga risiko terpapar nyeri pinggang menjadi rendah. (Pratiwi, 2009).

Menurut Grondin dan Kieso (2013), duduk mempunyai risiko lebih tinggi mengalami LBP daripada posisi berdiri karena berhubungan dengan adanya peningkatan masa otot yang statis dan kebiasaan duduk membungkuk (lordosis).

#### e. Beban kerja

Beban kerja adalah sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh seseorang ataupun sekelompok orang, selama periode waktu tertentu dalam keadaan normal. Pekerjaan atau gerakan yang menggunakan tenaga besar akan memberikan beban mekanik yang besar terhadap otot, tendon, ligamen dan sendi. Beban yang berat akan menyebabkan iritasi, inflamasi, kelelahan otot, kerusakan otot, tendon dan jaringan lainnya sehingga menyebabkan *low back pain*. ( Harrianto, 2009).

#### 2.2.12 Patofisiologi *Low Back Pain*

Nyeri adalah mekanisme protektif untuk menimbulkan kesadaran akan kenyataan bahwa sedang atau akan terjadi kerusakan jaringan. Menurut penelitian yang dilakukan Tiemessen (2008) mengenai hubungan getaran seluruh tubuh dengan nyeri punggung bawah atau *low back pain* menyatakan bahwa mekanisme pasti *low back pain* karena getaran tubuh belum ditemukan namun terdapat beberapa hipotesis mengenai hal tersebut. Pertama, getaran seluruh tubuh dapat meningkatkan creep effect di kolumna vertebralis lumbal. Kedua, getaran seluruh tubuh menyebabkan ketidakseimbangan kolumna spinal sehingga tulang belakang sangat rentan terhadap kerja yang berat. Sedangkan menurut penelitian Bovenzi (2008) getaran mekanis yang ketika ditransmisikan ke seluruh tubuh membawa risiko terhadap kesehatan dan

keselamatan pekerja khususnya morbiditas punggung bawah dan menyebabkan trauma tulang belakang yang mengakibatkan penekanan pada akar saraf, yang mengakibatkan nyeri yang menyebar sepanjang saraf tersebut.

Getaran seluruh tubuh merupakan salah satu bagian dari faktor pekerjaan yang menyebabkan seseorang mengalami keluhan *low back pain*. Getaran seluruh tubuh berasal dari getaran mesin suatu kendaraan yang akan ditransmisikan ke tubuh manusia melalui kursi pada posisi mengemudi. Rangsangan getar pada reseptor akan mengakibatkan dicetuskannya impuls *proprioseptif* dicetuskannya impuls *proprioseptif* yang selanjutnya akan disalurkan ke lintasan sensorik (*afferent*) melalui radiks dorsalis menuju ke Medulla Spinalis. Rangsangan *proprioseptif* disalurkan melalui *kolumna dorsalis/ funiculus dorsalis* di bagian posterior medulla spinalis, selanjutnya naik ke atas menuju nucleus *gracilis* dan baru menyilang membentuk *lemniscus medialis* yang selanjutnya akan menuju talamus sisi kontralateral pada akhirnya dari talamus, impuls sensorik tersebut akan diteruskan ke korteks sensorik di otak lobus parietalis area 3 2 1, terjadi proses pengolahan yang kompleks pada SSP (proses pengoahan informasi) dan sebagai hasil pengolahan SSP membentuk impuls yang berjalan kearah perifer (*impuls efferent*), dan mempengaruhi respon motorik terhadap stimulus rangsangan. Dalam stimulasi rangsangan berlebihan akan menyebabkan peningkatan sensasi, biasanya berhubungan dengan rasa nyeri (Bahrudin, 2012).

Nyeri terjadi ketika akhiran syaraf sensoris perifer terpicu oleh suatu rangsangan mekanik, kimiawi, dan termal (Prince, 2006). Getaran termasuk salah satu rangsangan mekanik. Getaran dengan frekuensi tinggi akan menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak

lancar, sehingga akan terjadi penimbunan asam laktat yang akan merangsang sensasi nosiseptor sehingga menimbulkan nyeri di daerah punggung bawah (*low back pain*) sebagai respon adanya resonansi getaran di daerah tersebut ( Tarwaka & Anizar, 2004; 2009)

#### 2.2.13 Pemeriksaan fisik

Pemeriksaan fisik secara kompresif pada pasien dengan nyeri punggung bawah meliputi evaluasi system neurologi dan total *musculoskeletal*. pemeriksaan neurologi meliputi evaluasi sensasi tubuh kebawah, kekakuan dan reflek (Helmi, 2012).

##### 1. Motorik

Pemeriksaan yang dilakukan meliputi:

- a. berjalan dengan menggunakan tumit
- b. berjalan dengan menggunakan jari kaki atau berjinjit
- c. jongkok dan gerakan bertahan (seperti mendorong tembok)

##### 2. Sensorik

Pemeriksaan sensorik akan sangat subjektif karena membutuhkan perhatian dari penderita dan tak jarang keliru, tapi tetap penting arti diagnostiknya dalam membantu menentukan lokalisasi HNP sesuai dermatom yang terkena. Gangguan sensorik lebih bermakna dalam menunjukan informasi lokalisasi dibanding motorik (Helmi, 2012)

##### 3. Reflek

Reflek yang menurun atau menghilang secara simetris tidak begitu berguna pada diagnosis nyeri punggung bawah dan juga tidak dapat dipakai untuk melokalisasi level kelainan, kecuali pada sindrom kauda ekuina atau adanya neuropati yang bersamaan. reflek patella terutama menunjukkan adanya gangguan dari radikl L4 dan kurang dari dari L2 dan L3. Reflek tumit predomnan dari S. Harus dicari pula reflek patologis seperti babinski, terutama bila ada hyperefleksia yang menunjukkan adanya suatu gangguan *upper motor neuron*. Dari pemeriksaan reflek ini dapat membedakan akan kelainan yang berupa UMN atau LMN (Helmi, 2012).

#### 2.2.13 Tes-tes

##### a. Tes Patrick

Cara pemeriksaaan adalah pasien dalam keadaan berbaring, malleolus eksternal (lateral) tungkai yang diperiksa diletakan pada patella tungkai lain,dilakukan penekanan lutut ke bawah. Positif berarti terasa nyeri pada sendi koksae ( Bahrudin, 2011).

##### b. Tes Lasseeque

Pada pemeriksaan ini cara melakukannya dengan cara tungkai pasien diangkat secara perlahan tanpa fleksi di lutut, positif bila terasa sakit menjalar mulai dari bokong sampai ujung kaki (perjalanan nervus ischiadicus) pada sudut kurang dari 60 drajat ( Bahrudin, 2011). Tanda laseque menunjukkan adanya ketegangan pada saraf spinal khususnya L5 atau S1. Pada tanda lasseeque, semakin kecil sudut yang dibuat untuk menimbulkan nyeri maka semakin besar kemungkinan kompresi radikl sebagai penyebabnya ( Helmi, 2012).

c. Tes Kontra *Patrick*

Pada pemeriksaan ini cara melakukannya dengan cara kaki pasien difleksikan pada sendi lutut, kemudian kerjakan endorotasi serta adduksi, lalu tekan tungkai tersebut sejenak pada lutut. Dikatakan positif berarti nyeri pada sendi sakroiliaka (Bahrudin, 2011).

#### 2.2.14 Pemeriksaan Diagnostik

Menurut Helmi (2012) Pemeriksaan diagnostik yang sering digunakan meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Laboratorium

Pada pemeriksaan laboratorium rutin penting untuk melihat: laju endap darah (LED), kadar Hb, jumlah leukosit dengan hitung jenis, dan fungsi ginjal.

2. Radiodiagnostik

- a. CT Scan untuk menilai penyakit yang mendasari adanya nyeri punggung bawah.
- b. USG untuk menilai penyempitan dari kanalis spinalis.
- c. MRI untuk memvisualisasi sifat dan patologi dari nyeri punggung bawah.
- d. Rontgen Vertebra. Foto sering terlihat normal atau kadang-kadang disertai penyempitan ruangan intervertebral, spondilolistesis, perubahan degeneratif, dan tumor spinal. Penyempitan ruangan intervertebral kadang-kadang terlihat bersamaan dengan suatu posisi yang tegang dan melurus dan suatu *skoliosis* akibat spasme otot paravertebral.

#### 2.2.15 Skala Nyeri pada *Low Back Pain*

Skala nyeri bervariasi antara 1-3 pada rentang nyeri 0-4. Penderita perlu menggambarkan intensitas nyeri, serta dapat membandingkannya dengan berjalannya waktu. Harus dibedakan antara nyeri punggung bawah dengan nyeri tungkai, mana yang lebih dominan dan intensitas dari masing-masing nyerinya, yang biasanya merupakan nyeri radikuler. Bila nyeri punggung bawah lebih banyak daripada nyeri tungkai biasanya tidak memerlukan tindakan operatif. Gejala nyeri punggung bawah yang sudah lama dan intermiten, diselingi oleh periode tanpa gejala merupakan gejala khas dari suatu nyeri punggung bawah yang terjadi secara mekanis (Helmi, 2012).

